

перемены положения человеческого тела. Это значит, что геометрическая модель психофизического пространства является ничем иным, как математическим описанием картины, которую можно наблюдать при динамически изменяющихся точке зрения и направлении взгляда [6, 7]. Следовательно, в перспективе, учитывающей сферичность психофизического пространства, не могут проявляться зрительные эффекты, которые возникают в линейной перспективе при перемене положения центра проецирования или направления взгляда.

Выводы. Таким образом, в статье приведены результаты применения перспективы, вытекающей из геометрической модели психофизического пространства и учитывающей действие механизма константности величины [8, 9]. Как показано в статье, применение данной перспективы способствует или полному, или частичному устранению деформаций, которые наблюдаются при центральном проецировании объектов, изменяющихся во времени. Поэтому для визуализации трехмерных динамичных сцен, по мнению автора, не следует выбирать линейную перспективу, – для решения данной задачи лучше предпочесть перспективу, основанную на геометрической модели психофизического пространства.

Список литературы: 1. *Лихачев Л.Н.* Кинеперспектива. – М.: Высшая школа, 1975. – 248 с. 2. *Ткач Д.И.* Деформации перспективы высотного здания // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник, 1973. – Вып.16. – С. 120-124. 3. *Ницин О.Ю.* Геометрична модель просторової картини світу у свідомості людини // Прикладна геометрія та інженерна графіка: Міжвідомчий науково-технічний збірник. – К.: КНУБА, 1999. – Вип.65. – С. 92-95. 4. *Петерсон В.Е.* Перспектива. – М.: Искусство, 1970. – 182 с. 5. *Петров – Водкин К.С.* Хлыновск. Пространство Евклида. Самаркандия. – Л.: Искусство, 1982. – 656 с. 6. *Петров – Водкин К.С.* Живопись. Графика. Театрально-декорационное искусство / Авт. текста и сост. альбома Барабанова Н.А. – Л.: Аврора, 1986. – 300 с. 7. *Петров – Водкин К.С.* Письма. Статьи. Выступления. Документы. – М.: Сов. художник, 1991. – 381 с. 8. *Раушенбах Б.В.* Геометрия картины и зрительное восприятие. – М.: Интерфакс, 1994. – 231 с. 9. *Пановский Э.* Перспектива как «символическая форма». Готическая архитектура и схоластика: Пер. с нем. – Санкт-Петербург: Азбука-Классика, 2004. – 356 с. 10. *Criminisi A., Kemp M., Zisserman A.* Bringing pictorial space to life: computer techniques for the analysis of paintings // Proceedings Computers and the History of Art. – London: British Academy, 2002. – P. 1126-1137.

Поступила в редколлегию 20.09.06

УДК 681.324

О.В. СЕРАЯ, канд. техн. наук, **И.В. ЗИНЧЕНКО**

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА ВЫСОКОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Показано можливість підвищення ефективності генетичного алгоритму розв'язання задачі комівояжера шляхом настройки його параметрів. Для адаптації генетичного алгоритму використано генетичний алгоритм.

Обзор литературы. Математическая формулировка задачи коммивояжера имеет вид: найти булев набор $X = (x_{ij})$, минимизирующий

$$L(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

и удовлетворяющий ограничениям

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

$$n_i - n_j + nx_{ij} \leq n - 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

где

n - число пунктов обхода,

c_{ij} - расстояние между пунктами i и j ,

x_{ij} - индикатор, равный единице, если в маршруте имеется звено, непосредственно соединяющее пару пунктов (i, j) , и равный нулю в противном случае.

Система ограничений (2) обеспечивает построение маршрута, в котором въезд в каждый пункт осуществляется один раз. Система ограничений (3), в свою очередь, обеспечивает построение маршрута, в котором выезд из каждого пункта осуществляется один раз. Выполнение ограничений (4) устраняет маршруты, не образующие полный цикл.

Хорошо известны трудности решения задачи коммивояжера высокой размерности. Традиционные алгоритмы решения этой задачи – направленного перебора [1], Балаша [2], ветвей и границ [3], успешно ее решают, если размерность задачи невелика ($n < 20$). В [4] исследована возможность решения этой задачи с использованием генетического алгоритма. При этом размерность решаемых в приемлемое время задач повышена на порядок до $n \approx 150 - 200$. Для решения задачи использовался генетический алгоритм с заданными, по умолчанию, параметрами, соответствующими свободно распространяемому пакету SUGAL (*Sunderland Genetic Algorithm*) [5]. Вместе с тем, как показано в [4], эффективность работы генетических алгоритмов очень чувствительна к численным значениям некоторых параметров, определяющих характер основных эволюционных операций: тип кроссовера, вероятность мутации, элитизм, продолжительность эпохи формирования популяций, не содержащих прогрессивных особей, и заканчивающейся остановом работы алгоритма. Там же предложено осуществлять настройку параметров генетического алгоритма с использованием генетического алгоритма.

Постановка задачи. Сформулируем задачу построения генетического алгоритма оптимизации параметров генетического алгоритма решения задачи

коммивояжера. Таким образом, речь идет об адаптации генетического алгоритма, решающего задачу коммивояжера, к особенностям этой конкретной задачи.

Основные результаты. Для решения поставленной задачи был построен двухуровневый генетический алгоритм. На верхнем уровне работает генетический алгоритм формирования популяции особей, определяющих основные параметры генетических алгоритмов нижнего уровня, собственно решающих задачу коммивояжера. Блок – схема алгоритма приведена на рис.1.

В проведенном исследовании в качестве настраиваемых параметров генетического алгоритма были выбраны следующие:

- вероятность мутации;
- тип кроссовера;
- элитизм (количество сохраняемых особей после отбора);
- количество циклов формирования новых популяций, не содержащих прогрессоров - особей, качество которых выше уже достигнутого;
- признак целесообразности планового изменения типа кроссовера.

Смысл последнего параметра связан с характером решаемой задачи и состоит в следующем. Анализ большого числа экспериментальных решений задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма позволил сформировать гипотезу о том, что в начале процесса эволюционного отбора целесообразно формирование популяций, содержащих особи, существенно отличающиеся друг от друга. Однако в конце процесса эволюции, когда в популяции появляется достаточно много хороших по качеству особей, желательно формирование «похожих» экземпляров, среди которых может появиться прогрессор. В соответствии с этим на ранних этапах эволюции возможно целесообразен двухточечный кроссовер, а на последних этапах – многоточечный.

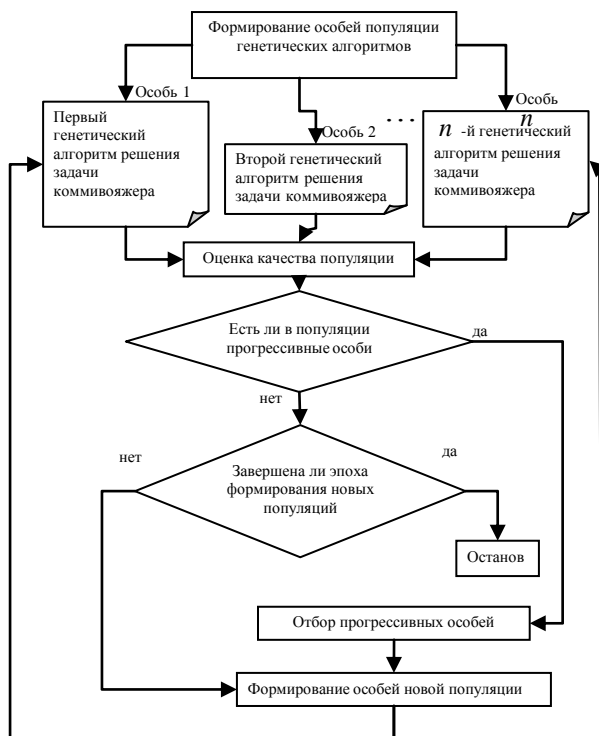


Рис.1. Блок - схема алгоритма генетической адаптации генетического алгоритма решения задачи коммивояжера.

Перечислим технические характеристики генетического алгоритма верхнего уровня. Популяция содержит сто особей. Каждая особь представляется двадцатью двоичными разрядами.

Из них:

один разряд – отображение признака изменения типа кроссовера,

четыре разряда – тип кроссовера,

пять разрядов – число сохраняемых особей в популяции,

четыре разряда – вероятность мутации,

шесть разрядов – продолжительность ожидания (в тысячах поколений) появления популяции, содержащей особи, которые лучше всех предыдущих.

В результате проведенного исследования выработаны следующие рекомендации.

1. На первой стадии решения задачи целесообразно использовать двухточечный частично отображаемый кроссовер, на второй стадии – четырехточечный. Момент переключения определяется следующим образом. Первая стадия длится до тех пор, пока длина медианного

маршрута превышает длину лучшего маршрута не менее, чем в два раза.

2. Число сохраняемых особей при формировании новой популяции – двадцать.
3. Вероятность мутации – 0,02.
4. Целесообразная продолжительность ожидания N связана с числом пунктов n соотношением $N=10n^{3/2}$, но не должно превышать 10^4 поколений.

Заметим, что эффективность настроенного в соответствии с этими рекомендациями алгоритма превышает эффективность алгоритма, параметры которого, по умолчанию, определяются SUGAL, в среднем в 1.5 раза.

Выводы. В результате проведенного исследования экспериментально показана целесообразность адаптации параметров генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера. Установлена возможность отыскания рациональных параметров генетического алгоритма с помощью генетического алгоритма верхнего уровня. Выработаны рекомендации относительно численных значений параметров алгоритма решения задачи коммивояжера.

Список литературы. 1. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. – М.: Наука, 1969. – 218с. 2. Раскин Л.Г., Кириченко И.О. Многоиндексные задачи линейного программирования. – М.: Радио и связь, 1982. – 240с. 3. Литтл Дж., Мурти К., Суини Д., Кэрел К. Алгоритм для решения задачи о коммивояжере: Пер. с англ.// «Экономика и математические методы», 1965. –Т.1.-№1. –С.12-20. 4. Раскин Л.Г., Серая О.В., Зинченко И.В. Генетический алгоритм адаптации генетических алгоритмов // «Інформаційно керуючі системи на залізничному транспорті», 2006. –№2.- С. 41-44. 5. Лысенко Ю.Г., Иванов Н.Н., Миц А.Ю. Нейронные сети и генетические алгоритмы. – Донецк: ООО «Юго-Восток», 2003. – 265с.

Поступила в редколлегию 27.10.06

УДК 330.43

А. М. НАЗАРЕНКО, канд. физ.-мат. наук, **А. А. ВАСИЛЬЕВ**

ОБ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ИГР

У роботі описується процедура побудови та ідентифікації динамічних математичних моделей макроекономічних процесів у формі диференціальних рівнянь. Моделі будуються на базі понять диференційної теорії ігор і спираються на принцип максимуму в економічному аналізі. Еволюція досліджуваного явища трактується як рух вздовж градієнтних кривих емпіричної функції, що виражає досліджуваний показник через величини діючих на нього факторів.

В настоящее время в экономической деятельности все чаще стали обсуждаться и активно внедряются схемы принятия решений, основанные на балансе интересов всех участников ситуации, сложившейся на рынке. Изначально постулируется, что ситуация носит конфликтный характер и необходимо найти решения, согласовывающие частично противоречивые